

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/KR05/000302

International filing date: 02 February 2005 (02.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: KR  
Number: 10-2004-0007641  
Filing date: 05 February 2004 (05.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 30 June 2005 (30.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office

출 원 번 호 : 특허출원 2004년 제 0007641 호  
Application Number 10-2004-0007641

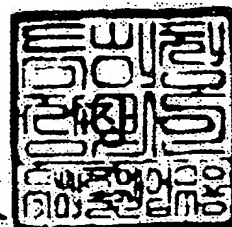
출 원 일 자 : 2004년 02월 05일  
Date of Application FEB 05, 2004

출 원 인 : 주식회사 풍국통상  
Applicant(s) PUNG KUK EDM WIRE MANUFACTURING CO., LTD

2005 년 06 월 09 일

특 허 청

COMMISSIONER



**【서지사항】**

**【서류명】** 특허출원서  
**【권리구분】** 특허  
**【수신처】** 특허청장  
**【참조번호】** 0001  
**【제출일자】** 2004.02.05  
**【발명의 국문명칭】** 방전가공기용의 다기능 다층 코팅 전극선 및 그의 제조방법  
**【발명의 영문명칭】** MULTI PURPOSE MULTILAYER COATED ELECTRODE WIRE FOR  
ELECTRIC DISCHARGE MACHINING AND PRODUCTION METHOD  
THEREOF

**【출원인】**

**【명칭】** 주식회사 풍국통상  
**【출원인코드】** 1-2000-048302-6

**【대리인】**

**【성명】** 김기령  
**【대리인코드】** 9-2000-000388-2  
**【포괄위임등록번호】** 2002-092303-3

**【발명자】**

**【성명】** 이종초  
**【출원인코드】** 4-1995-064080-1

**【심사청구】**

청구

**【취지】**

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정  
에 의한 출원심사 를 청구합니다. 대리인  
김기령 (인)

**【수수료】**

**【기본출원료】** 20 면 38,000 원  
**【가산출원료】** 0 면 0 원

<b>【우선권주장료】</b>	0	건	0	원
<b>【심사청구료】</b>	7	항	333,000	원
<b>【합계】</b>	371,000		원	
<b>【감면사유】</b>	소기업(70%감면)			
<b>【감면후 수수료】</b>	111,300		원	
<b>【첨부서류】</b>	1. 소기업임을 증명하는 서류_1통			

## 【요약서】

### 【요약】

본 발명은, 지름( $\phi$ )이 2.5mm인 소재를 0.9mm 내지 1.0mm로 인발하는 심선 제조단계와, 상기 심선의 표면에 두께가 5 내지 10 $\mu$ m로 되게 순수 아연을 도금하는 도금단계와, 상기 도금된 선재를 공기 분위기의 확산 열처리로에서 1분당 1℃ 내지 2℃ 정도로 온도를 높여 50℃ 내지 60℃에서 60분 내지 120분 동안 유지시켜서 도금 표면의 수분을 완전히 제거하는 건조단계와, 1분당 2 내지 3℃ 정도로 상승시켜서 120 내지 180℃로 올리고 이 온도에서 50 내지 90분 동안 유지시킨 후, 1분당 2 내지 3℃로 낮추어서 50 내지 60℃로 냉각시키는 확산 열처리단계와, 상기 피복 선재를 최종 제품 치수인 지름 0.1mm 내지 0.33mm로 인발하는 제품 인발단계와, 공기 분위기에서 200 내지 220℃로 가열한 후 열처리하여 공기분위기에서 서냉시키는 안정화 열처리 단계로 이루어진 와이어 방전가공기용의 다기능 다층 아연 코팅 전극선 제조방법과 그 방법으로 제조된 다기능 다층 아연 코팅 전극선에 관한 것이다.

### 【대표도】

#### 도 1

### 【색인어】

아연 코팅, 전극선, 심선 제조단계, 도금단계, 건조단계, 확산 열처리단계, 제품 인발단계, 안정화 열처리단계

## 【명세서】

### 【발명의 명칭】

방전가공기용의 다기능 다층 코팅 전극선 및 그의 제조방법 {MULTI PURPOSE  
MULTILAYER COATED ELECTRODE WIRE FOR ELECTRIC DISCHARGE MACHINING AND  
PRODUCTION METHOD THEREOF}

### 【도면의 간단한 설명】

- <1> 도 1은 본 발명의 코팅 전극선 제조방법의 흐름도.
- <2> 도 2a 및 도 2b는 종래 코팅 전극선의 횡단면도.
- <3> 도 3은 본 발명의 코팅 전극선의 횡단면도.
- <4> 도 4a 및 4b는 종래 코팅 전극선 표면의 사진이고, 도 4c는 본 발명의 코팅 전극선 표면의 사진.
- <5> 도 5는 와이어 방전가공법을 보인 사시도.
- <6> <도면의 주요 부분에 대한 설명>
- <7> 2: 관통공 4: 전극선
- <8> 12, 22: 심선 14: 피복층
- <9> 16, 26: 하부층 18, 28: 상부층

### 【발명의 상세한 설명】

### 【발명의 목적】

### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<10>           본 발명은 전기불꽃 방전에 의하여 피가공물체를 용융시켜서 가공하기 위한 와이어 방전가공기용의 다기능 다층 코팅 전극선 및 그의 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 심선 제조단계, 도금단계, 건조단계, 확산 열처리단계, 제품 인발 단계 및 안정화 열처리단계를 순차적으로 걸쳐서 코팅 전극선을 교환하지 않고도 고속·정밀 가공을 가능하게 한 방전가공기용의 다기능 다층 코팅 전극선과 그의 제조방법에 관한 것이다.

<11>           일반적으로 와이어 방전가공(wire electric discharge machining: WEDM))은 도 5에 도시된 바와 같이, 피가공물에 미리 천공된 전극선 관통공(2)에 전극선(4)을 관통시키고 컴퓨터로 프로그램화된 형상에 따라서 전극선(4)을 이동시키면서 전극선(4)과 피가공물 사이에 전기를 가하여 방전이 일어나게 하여서 피가공물을 용융시켜 소망하는 형상으로 가공하는 방법이다.

<12>           또한, 일반적으로 사용되고 있는 와이어 방전가공용의 전극선으로는 황동 전극선(동/아연 합금)과 황동선 표면에 아연을 도금한 아연 피복-황동 전극선 및 황동선 표면에 아연을 도금한 후 열처리를 행한 합금 아연(CuZn50 또는 CuZn65) 피복 전극선(이하, 코티드 와이어(coated wire)라 함) 등이 있다.

<13>           종래의 와이어 방전가공용의 코팅 전극선 및 그의 제조방법을 개략적으로 살펴보면 다음과 같다.

<14>           먼저, 미국 특허 제4,935,594호에는, 도 2a에 도시된 바와 같이, 전해 구리 또는 아연이 19.5 내지 20.5wt% 함유된 구리-아연 합금 중에서 선택된 적어도 하나의 심선(12)과 그의 표면에 승화점이 낮은 금속(예를 들어, 아연, 카드뮴, 비스무

스 또는 안티몬 등) 및 이러한 금속의 합금 중에서 선택된 하나로 피복된 피복층 (14)으로 이루어진 전기전도 재료의 방전 부식 절단용으로 사용되는 와이어 전극과 그의 제조방법이 개시되었고, 미국 특허 제4,287,404호에는, 전기 방전을 이용하여 소재를 가공하기 위한 전극으로서 기계적강도가 큰 재료로 이루어진 심선과 아연, 카드뮴, 주석, 납, 안티몬, 비스무스 및 그의 합금의 그룹으로부터 선택된 승화점이 낮은 금속이나 합금을 50wt% 이상으로 이루어진 피복층(14)을 가진 전극선이 개시되어 있다.

<15> 미국 특허 제4,988,552호에는, 도 2b에 도시된 바와 같이, 강 또는 철로 이루어진 심선(12)과 균질한 구리(Cu100%)로 이루어진 하부층(16)과 아연을 10 내지 50wt% 함유한 황동의 상부층(18)을 가진 방전가공용의 전극선을 개시하고 있으며, 여기서 구리 또는 구리 합금으로 둘러 쌓인 철심을 다층 구조의 심으로 함으로써 기계적강도를 증가시키는 것으로 하고 있다.

<16> 한국 특허출원 제1985-0009194호에는, 전기불꽃 방전을 이용하여 피가공물의 원하는 부분을 용융시켜 가공하는 와이어 방전 가공용 전극선에서 동 또는 다른 두 개의 성분으로 피복된 철심을 심선(다층 재료)으로 하고, 표면에 CuZn10 내지 CuZn50의 동아연 합금층을 구비한 코티드 와이어가 개시되어 있다.

<17> 미국 특허 제4,968,867호에는, 구리, 은, 알루미늄 또는 그들의 합금으로 이루어져서 열전도율이 큰 심선, 승화점이 낮은 재료(예를 들어, 아연)로 형성된 하부 피막층 및 기계적강도가 큰 황동의 상부 피막층으로 이루어진 와이어 절단 방전 가공기용의 와이어전극선이 개시되어 있다.



<18> 미국 특허 제5,945,010호에는, 방전가공기용 코티드 와이어의 코팅 층을 종래의 CuZn10 내지 CuZn50의 동아연 합금 층과는 다르게 CuZn65의 동아연 합금 층을 개시하고 있다. 그러나, 상기 CuZn65의 동아연 합금은, 취약하여 냉간 인발시 떨어져 나와 심선 표면의 불연속적인 피복 형상을 초래하는  $\gamma$  상을 포함하고 있기 때문에 도 4a의 사진에서와 같은 코티드 와이어와 같이 부분적으로 피복층이 박리되거나 갈라진 틈을 보이고 있다.

<19> 미국 특허 제6,306,523호에는, 도 4b의 사진과 같이, 방전가공기용 코티드 와이어의 코팅 층에 갈라진 틈을 구비하여서 아연 코팅의 기능에 더해지는 냉각 효과를 가지도록 함으로써 가공성을 향상시키는 방법이 개시되어 있다.

<20> 상기한 바와 같은 종래 발명은 방전가공기용 전극선의 성능을 향상시키기 위한 방법에 관한 것으로서, 주로 단일 표면 코팅 층을 구비하고 있을 뿐 두 개의 서로 다른 기능의 복합 층을 구성하지는 않고 있다.

<21> 따라서, 상기 종래 발명들에 있어서는 형상 따기와 마무리 다듬기를 할 때는 각 용도에 적합한 와이어 전극선을 교환하여 사용해야 하는 번거로움이 발생하였다. 즉, 정밀가공을 할 때는 정밀용 와이어를 사용하고 고속 가공을 원할 경우에는 고속용 와이어를 사용해야하기 때문에 두 종류의 와이어 전극선을 제조해야 하는 것과 와이어 전극선을 교환해야 하기 때문에 발생하는 가공 시간의 지연 등의 문제점이 발생되었다.

<22> 한편, 미국 특허 제5,945,010호에 개시된  $\gamma$  상을 포함하는 CuZn65의 동아연 합금 층이 피복되어 있는 방전가공기용 전극선 및 미국 특허 제6,306,523호에 개시

된 코팅드 와이어 코팅 층의 갈라진 틈과 아연 코팅의 기능에 의한 냉각 효과를 제공하는 방전가공기용 전극선은 코팅층이 불규칙적으로 갈라짐으로 인하여 방전이 불균일하게 이루어지고, 따라서 가공된 면이 평활하지 못하게되는 단점이 있었다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<23>           본 발명은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 심선 제조단계, 도금단계, 건조단계, 확산 열처리단계, 제품 인발단계 및 안정화 열처리 단계를 순차적으로 걸쳐서 정밀 가공에 유용한 아연을 외층으로 하고 고속 가공에 유용한 합금 아연을 내층으로 하는 2층 이상의 구조로 하여 코팅 전극선을 교환하지 않고도 고속·정밀 가공을 가능하게 한 방전가공기용의 다기능 다층 코팅 전극선과 그의 제조방법을 제공하는데 있다.

<24>           상기의 목적을 달성하고자 하는 본 발명의 다기능 다층 코팅 전극선을 제조하기 위한 구체적인 수단은,

<25>           지름( $\phi$ )이 2.5mm인 소재를 0.9mm 내지 1.0mm로 감소시키고 진원도가  $1\mu\text{m}$  이상의 원형인 심선으로 인발하고, 상기 인발된 소재의 인장강도가 1/2 하드로 되게 소둔 열처리하는 심선 제조단계와,

<26>           전기 도금 또는 용융 도금을 이용하여 두께가 5 내지  $10\mu\text{m}$ 로 되도록 순수 아연을 심선의 표면에 도금하는 도금단계와,

<27>           도금된 선재를 공기 분위기의 확산 열처리로에서 1분당  $1^{\circ}\text{C}$  내지  $2^{\circ}\text{C}$  정도로 온도를 높여  $50^{\circ}\text{C}$  내지  $60^{\circ}\text{C}$ 에서 60분 내지 120분 동안 유지시켜 도금 표면의 수분

을 완전히 제거하는 건조단계와,

<28> 1분당 2 내지 3℃ 정도로 상승시켜서 120 내지 180℃로 올리고 이 온도에서 50 내지 90분 동안 유지시킨 후, 1분당 2 내지 3℃로 낮추어서 50 내지 60℃로 냉각시키는 확산 열처리단계와,

<29> 압축 각도가 12 내지 15도인 인발다이스를 이용하여 상기 피복 선재를 최종 제품 치수인 지름 0.1mm 내지 0.33mm가 되게 인발하는 인발단계와,

<30> 상기 심선의 내부 응력을 제거함으로써 기계적, 전기적 특성을 향상시키기 위하여 공기 분위기에서 200 내지 220℃로 가열한 후 열처리하여 서냉시키는 안정화 열처리 단계로 이루어진다.

#### **【발명의 구성】**

<31> 이하, 본 발명의 구성을 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.

<32> 본 발명은, 도 3에 도시된 바와 같이, 구리 또는 황동으로 이루어진 심선(22)의 표면에 고속 가공 및 정밀 가공용으로 사용할 수 있는 승화점이 높은 합금 아연 층(CuZn80-CuZn95)인 하부층(26)과 승화점이 낮은 아연 층(CuZn90- CuZn100)인 상부층(28)으로 구성된 2층 이상의 다층 코팅드 와이어 및 그의 제조방법을 제공하였다.

<33> 여기서, 상기 코팅드 와이어의 표면에 피복된 저온 승화 금속인 아연의 역할과 복합 기능 다층 코팅드 와이어의 유용성에 대해서 간략하게 살펴보고자 한다.

<34> 먼저, 와이어 방전 가공기에서의 가공속도는 전극선과 가공물간에 가해지는

전력의 크기에 따라 방전량이 변하고, 상기 방전량이 클수록 가공 속도는 빨라지게 된다.

<35> 그러나, 방전이 일어나 피가공물을 용해시켜 절단되도록 하기 위해서 매우 높은 열을 발생시키는데, 이때 전극선의 표면에서도 동일한 작용이 일어나고 상기 열로 인하여 전극선은 녹아 끊어지게 되며, 이러한 현상을 방지하기 위하여 통상적으로 고압의 냉각수를 전극선과 피가공물 사이의 방전면에 공급하면서 가공한다.

<36> 따라서, 인가할 수 있는 전력의 최대 크기는 전극선이 손상되지 않는 범위 내이어야 한다.

<37> 한편, 보다 높은 전력에서도 전극선이 손상되지 않는다면 훨씬 높은 전력을 공급하여 더 빠른 속도로 절단할 수 있다.

<38> 기본적으로 전극선은 방전으로 발생하는 열과 전극선의 온도 상승에 의하여 끊어지는데, 상기 전극선의 끊어지는 현상을 방지하기 위해서는 전극선의 표면에 전극선을 냉각시키는 기능을 가진 아연을 피복시키는 것이다.

<39> 따라서, 방전시 전극선의 표면에 피복된 아연이 승화(승화점 906℃)하면서 전극선의 온도를 낮추는 승화열 냉각 작용을 하여서 전극선의 온도 상승을 방지하기 때문에 더 높은 전력을 가할 수 있게 해준다.

<40> 그러나, 냉각 기능성 금속인 아연은 상기한 바와 같이 유용하게 작용하지만, 다음과 같은 한가지의 문제점을 가진다.

<41> 즉, 방전은 전극선과 피가공물 상호간에 이루어지는 현상으로서 방전가공시

전극선 및 피가공물과 마찬가지로 전극선의 표면이 용해되어 떨어져 나가는데, 순수 아연은 방전가공 중에 너무 쉽게 승화되므로 두꺼운 가공물을 가공할 때 또는 가공 속도를 빠르게 하기 위하여 전력을 높이면 방전으로 인하여 표면의 아연이 승화되어서 코티드 와이어가 위에서 아래로 내려가면서 점차 가늘어져서 가공면이 경사지게 가공된다. 따라서, 순수 아연 코티드 와이어는 전력 강도의 제한된 범위 내에서 정밀 가공용 와이어용으로만 이용되고 있다.

<42>           상기한 바와 같이 아연 코티드 와이어는 정밀 가공에 유용하게 사용되고, 동을 함유하고 있는 합금 아연 피복 코티드 와이어는 고속가공 또는 두께가 두꺼운 가공물을 가공하기 위해 사용된다.

<43>           일반적으로 방전가공은 (1) 형상 따기(rough cut)를 한 후 (2) 마무리 다듬기(finish cut)를 하는데, 형상 따기는 가공시간이 많이 걸리고, 마무리 다듬기는 형상 따기 가공에 비하여 가공속도가 빠르고 소요시간이 짧다.

<44>           따라서, 상술된 코티드 와이어 종류 및 가해진 전력과 방전가공에 대해서 간략하게 요약해보면, 형상 따기 할 때와 마무리 다듬기 가공을 할 때는 서로 다른 와이어를 교환하여 사용하여야겠지만 실제로는 그렇게 하지 못하고 정밀 가공품을 가공할 때는 속도를 감수하여 정밀용 와이어를 사용하고, 고속 가공을 원하는 경우에 있어서는 고속용 와이어를 사용하고 있다.

<45>           이에, 본 발명은 도 3에 도시된 코티드 와이어와 같이, 정밀 가공에 유용한 아연(승화점이 낮은 금속)을 상부층(28)으로 하고, 고속 가공에 유용한 합금 아연(승화점이 높은 금속)을 하부층(26)으로 하는 2층 이상을 구조로 하여 코티드 와이

어를 교환하지 않고도 고속·정밀 가공을 가능하게 하였다.

<46> 또한, 종래에 냉각 효과를 제공하기 위하여 코티드 와이어의 표면에 틈을 형성시키는 것(도 4b)과는 다르게, 도 4c의 사진과 같은 본 발명의 코티드 와이어의 표면에는 틈이 형성되지 않아 방전가공시 코티드 와이어의 표면으로부터 균일한 방전이 이루어질 뿐만 아니라 상부층(28)의 순수 아연에 의한 냉각 효과 또한 제공할 수 있다.

<47> 한편, 다층구조로 복합구조를 이룬 코티드 와이어가 단일기능 코티드 와이어보다 제조 비용이 증가한다면 경제성의 문제로 인하여 발명의 유용성은 없을 것이다. 그러나, 본 발명의 다층구조 코티드 와이어는 종래의 단일기능 제품에 비하여 다음의 표 1과 같이 비용이 훨씬 저렴한 제조방법을 이용하였다.

【표 1】

<48>	코팅층재질	도금 두께(mm)	화산열처리온도(℃)	열처리로 분위기	비고
	CuZn50 (종래 발명)	0.9mm 심선의 표면에 0.03mm	300 - 400	불활성 가스 (N <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , 진공)	특수로 (special furnace)
	CuZn90 (본 발명)	0.9mm 심선의 표면에 0.01mm	120 - 180	공기	오븐형

<49> 다음은, 코티드 와이어 전극선의 상부층(28)에는 순수 아연(승화점이 낮은 금속)을 그리고 그 바로 아래 하부층(26)에는 합금 아연(승화점이 높은 금속)을 구비하여서정밀·고속 가공을 가능하게 하기 위한 방법으로서, 심선 제조단계(10)→도금단계(20)→건조단계(30)→화산 열처리단계(40)→제품 인발단계(50)→안정화 열처리단계(60)→권취 포장/제품(70)으로 이루어진 본 발명의 다기능 다층구조 코팅

전극선의 제조방법에 대하여 설명한다.

<50> (1) 심선 제조단계(인발)

<51> 초미립형 인조다이아몬드 인발 다이스를 이용하여 지름이 2.5mm인 소재를 0.9mm 내지 1mm로 감소시키고 표면이 평활하며 스크래치가 발생되지 않고 진원도가 1 $\mu$ m 이상의 원형인 심선으로 인발하여서, 인장강도가 1/2 하-드 이하로 되게 소둔 열처리하여 심선을 제조하였다.

<52> (2) 도금단계

<53> 이 단계에서는, 두께가 5 내지 10 $\mu$ m로 되게 순수 아연을 심선의 표면에 전기 도금 또는 용융 도금을 이용하여 도금하되, 저온 확산 열처리 공정에서 확산 작용이 잘 이루어지게하기 위하여 도금 입자의 크기를 2 $\mu$ m 이하로 하여 작고 고른 도금을 행하였다.

<54> (3) 건조단계

<55> 상기 도금된 선재를 공기 분위기(불활성 분위기가 아님)의 확산 열처리로에 넣고 1분당 1℃ 내지 2℃ 정도로 온도를 높여 50℃ 내지 60℃에서 60분 내지 120분 동안 유지시켜 도금 표면의 수분을 완전히 건조시킨다.

<56> (4) 확산 열처리단계

<57> 상기 전극선의 표면과 내부의 온도 편차가 생기지 않도록 동일한 확산 열처리로에서 1분당 2 내지 3℃ 정도로 상승시켜서 120 내지 180℃로 올리고 이 온도에서 50 내지 90분 동안 유지시킨 후, 분당 2 내지 3℃로 낮추어서 50 내지 60℃로

되었을 때, 확산 열처리로에서 꺼내어 대기에서 공냉시킨다.

<58>           상기 단계에서 심선(22) 표면에 도금된 아연은, 도 3에 도시된 바와 같이, 상부층(28)의 일정한 두께를 제외한 하부층(26)에 새로운 합금 아연 층을 형성하게 된다. 도금 두께 중, 예를 들어 두께가  $10\mu\text{m}$ 인 경우에 있어서는 표면에서부터  $5\mu\text{m}$  깊이까지는 순수 아연(CuZn90- CuZn100), 그 외 나머지  $5\mu\text{m}$ 은 CuZn80- CuZn95의 합금 아연 층으로 변환하게 된다.

<59>           (5) 제품 인발 단계

<60>           저온 확산 열처리 공정에서 순수 아연 층과 합금 아연 층의 2층 구조로 변환된 피복 선재는 인발 단계에서 인발 다이스를 이용하여 최종 제품 치수인 지름  $0.1\text{mm}$  내지  $0.33\text{mm}$ 로 인발된다.

<61>           상기 인발 단계에서는 선재 표면에 도금된 아연이 인발다이스의 내면과의 심한 마찰작용이 일어나는데, 표층의 순아연층은 인성 및 전성이 없는 재료이기 때문에 황동 전극선 인발용 다이스와는 다른 재질의 미립형 인조다이아몬드이고 압축 각도가 12 내지 15도인 인발 다이스를 이용하여 인발하여야 한다.

<62>           한편, 최초 도금된 도금 두께 비율이 50:50인 아연 층과 합금 아연 층은 확산 열처리단계에서 그들의 성질의 차이로 인하여 아연 층은 제품  $0.25\text{mm}$ 로 인발 후 약  $1.5\mu\text{m}$ 로 얇아지고 합금 아연 층은 인발이 되지 않는 재질이어서 두께의 변화가 없고 조직이 갈라져서 심선에 박혀 심선에 고정되는 모양을 형성한다. 따라서, 완제품의 피복층 두께 비율은 인발전의 상부층: 하부층 두께 비율 50:50에서 20:80 내지 30:70으로 된다(예를 들어,  $0.9\text{mm}$  모선의 피복층 두께  $5+5=10\mu\text{m}$ 가 제품



0.25mm에서  $1.5 \times 5 = 6.5 \mu\text{m}$ 이 됨).

<63> (6) 안정화 열처리단계

<64> 상기 제품 인발단계를 거친 심선은 냉간 가공으로 인한 금속공학적 내부 응력을 갖게되어 전기전도율이 낮아지고, 기계적강도도 불균일하게 된다.

<65> 따라서, 상기 안정화 열처리 단계는 이러한 심선의 내부 응력을 제거하여 기계적, 전기적 특성을 향상시키는 단계로서, 황동 선재를 산소가 차단된 분위기에서 180 내지 200℃로 가열한 후 수냉하는 황동 전극선과는 달리 심선 재료인 구리의 경우는 공기 분위기에서 200 내지 220℃로 가열한 후 서냉시켰다.

<66> (7) 권취 포장/제품

<67> 상기 안정화 열처리 후의 제품 생산 방법은 종래의 방법과 동일하다.

<68> 참고로 본 발명은 다양하게 변형 실시될 수 있으나 상기 발명의 상세한 설명에서는 그에 따른 특별한 실시예에 대해서만 개시하였다.

<69> 따라서, 본 발명은 상세한 설명에서 언급되는 특별한 실시예로 한정되지 않은 것으로 인정되어야 하며, 오히려 첨부된 청구범위에 의해 정의되는 본 발명의 정신과 범위 내에 있는 모든 변형물과 균등물 및 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

#### **【발명의 효과】**

<70> 상기한 바와 같은 본 발명의 다기능 다층구조 코팅 전극선 및 그의 제조방법에 따르면,

<71>            심선 제조단계, 도금단계, 건조단계, 확산 열처리단계, 제품 인발단계 및 안정화 열처리단계를 순차적으로 걸쳐서 정밀 가공에 유용한 아연을 외층으로 하고 고속 가공에 유용한 합금 아연을 내층으로 하는 2층 이상을 구조로 하여 교환하지 않고도 고속·정밀 가공을 가능하게 하고, 단일 기능의 제품에 비하여 제조 비용이 저렴하며, 방전가공시 아연층이 떨어져 나와 생성되는 가루가 발생되지 않아 작업이 중단되지 않는 효과가 있다.

<72>            또한, 대기상태에서 제조가 가능함에 따라 불활성 가스를 사용하기 위해 발생하는 제조 비용을 절감시킬 수 있다.

## 【특허청구범위】

### 【청구항 1】

방전가공기용 아연 코팅 전극선 제조방법에 있어서,  
지름( $\phi$ )이 2.5mm인 소재를 0.9mm 내지 1.0mm로 인발하는 심선 제조단계와,  
상기 심선의 표면에서 두께가 5 내지 10 $\mu$ m로 되게 순수 아연을 도금하는 도금단계와,

상기 도금된 선재를 공기 분위기의 확산 열처리로에서 1분당 1℃ 내지 2℃로 온도를 높여 50℃ 내지 60℃에서 60분 내지 120분 동안 유지시켜서 도금 표면의 수분을 완전히 제거하는 건조단계와,

1분당 2 내지 3℃로 상승시켜서 120 내지 180℃로 올리고 이 온도에서 50 내지 90분 동안 유지시킨 후, 1분당 2 내지 3℃로 낮추어서 50 내지 60℃로 냉각시키는 확산 열처리단계와,

상기 피복 선재를 최종 제품 치수인 지름 0.1mm 내지 0.33mm로 인발하는 제품 인발단계와,

공기 분위기에서, 심선인 구리를 200 내지 220℃로 가열한 후 열처리하여 서냉시키는 안정화 열처리 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 다기능 다층 아연 코팅 전극선 제조방법.

### 【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 심선 제조단계에서는 상기 심선의 진원도가 1 $\mu$ m 이상

이 되는 원형으로 인발하고, 상기 인발된 심선의 인장강도가 1/2 하드 이하로 되게 소둔 열처리하는 것을 특징으로 하는 다기능 다층 아연 코팅 전극선 제조방법.

### 【청구항 3】

제1항에 있어서, 상기 도금단계에서 도금 입자의 크기는  $2\mu\text{m}$  이하인 것을 특징으로 하는 다기능 다층 아연 코팅 전극선 제조방법.

### 【청구항 4】

제1항에 있어서, 상기 확산 열처리단계에서는, 도금층이 표면에서부터 CuZn90 내지 CuZn100의 순수 아연이  $5\mu\text{m}$  및 CuZn80 내지 CuZn95의 합금 아연층이  $5\mu\text{m}$ 로 변환되는 것을 특징으로 하는 다기능 다층 아연 코팅 전극선 제조방법.

### 【청구항 5】

제1항에 있어서, 상기 인발단계에서의 인발다이스 재질은 미립형 인조다이아몬드이고 압축 각도가 12 내지 15도인 것을 특징으로 하는 다기능 다층 아연 코팅 전극선 제조방법.

### 【청구항 6】

제1항에 있어서, 상기 인발단계를 거친 후의 상부층(28)과 하부층(26)의 두께 비율이 20:80 내지 30:70인 것을 특징으로 하는 다기능 다층 아연 코팅 전극선 제조방법.

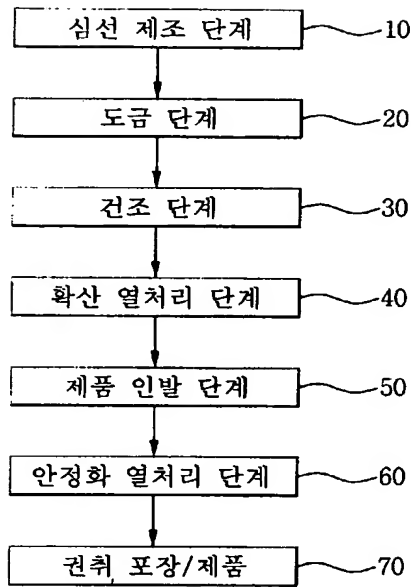
### 【청구항 7】

제1항에 따른 방법으로 제조되는 것을 특징으로 하는 다기능 다층 아연 코팅

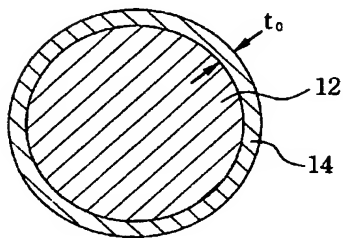
전극선.

【도면】

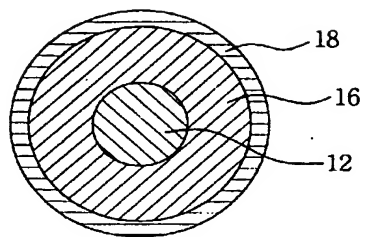
【도 1】



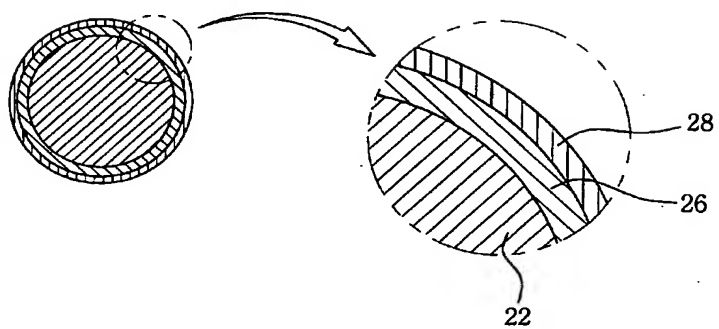
【도 2a】



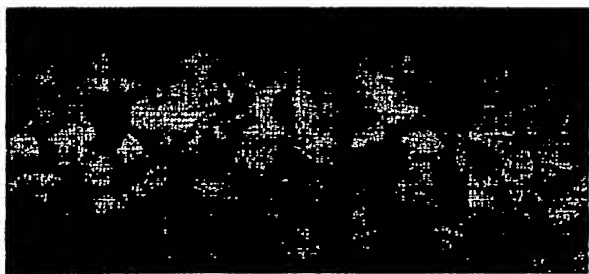
【도 2b】



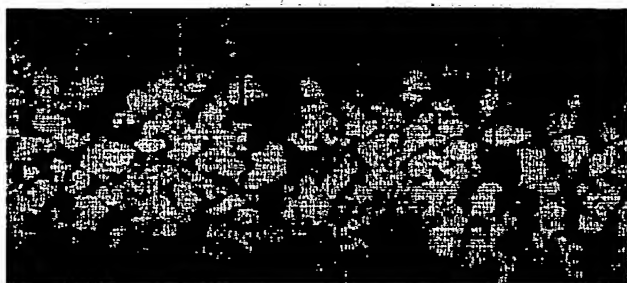
【도 3】



【도 4a】



【도 4b】



【도 4c】





【도 5】

